

П. П. ВОРОНКОВ и О. К. СОКОЛОВА

ВЛИЯНИЕ ОБЛЕСЕННОСТИ ВОДОСБОРА НА ВЕЛИЧИНУ ИОННОГО СТОКА

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 28 IX 1951)

Природные воды, стекающие по земной поверхности, содержат минеральные и органические вещества, степень раздробления которых весьма различна. Наиболее крупные частицы веществ находятся во взвешенном состоянии, а наиболее мелкие — в истинно-растворенном — ионно-молекулярном. Промежуточное положение занимают растворенные в воде неорганические и органические вещества, находящиеся в коллоидном состоянии.

Молекулы воды и ее ионы наиболее прочно — физико-химически — связаны с веществами, находящимися в ионно-молекулярной степени раздробления и менее прочно с коллоидами. Обе эти группы веществ образуют химический состав природных вод.

Имея в виду растворенное состояние неорганических и органических веществ, можно говорить о «стоке» растворенных веществ, применяя в данном случае термин, принятый в гидрологии в отношении воды как физического тела. Очевидно, что в таком случае сток растворенных веществ следует подразделять на сток неорганических веществ и сток органических соединений и по степени их раздробления — на ионно-молекулярный и коллоидный. В различных географических зонах и, в особенности, в рамках малых водосборов преобладающее значение в разных случаях могут иметь неорганические или органические вещества и притом в различном их состоянии (ионно-молекулярном или истинно-растворенном).

Говоря о концентрации в воде неорганических веществ ионно-молекулярной раздробленности, обычно применяют термин «минерализация» воды. При этом имеется в виду, что главную массу истинно-растворенных неорганических веществ в поверхностных природных водах составляют ионы HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и K^+ . Поэтому для общего количества неорганических веществ ионно-молекулярной степени раздробления, уносимых текучей водой с водосбора, мы считаем наиболее правильным применять термин «сток ионов», или «ионный сток».

Величина ионного стока зависит от многих факторов, определяющих, с одной стороны, минерализацию стекающих вод, а с другой — их количество, т. е. в общем виде от количества сравнительно легко растворимых химических соединений, находящихся в дренируемой толще почвогрунтов, и от влажности климата.

В северных районах СССР в результате исторически сложившихся условий — длительного промывания отложений ледниковыми и атмосферными водами — почво-грунты содержат весьма малое количество легко растворимых солей, вследствие чего и поверхностные воды имеют

здесь значительно меньшую минерализацию, чем на юге. Вследствие этого, несмотря на влажность климата и относительно повышенные для севера модули стока, количество химических соединений, выносимых в год с 1 км² площади (показатель ионного стока), как правило, для севера также меньше, чем для юга (¹).

Однако существенное различие в промытости почвенно-грунтовой толщи и, соответственно, различие в минерализации почвенных растворов наблюдается и для водосборов, расположенных в одной и той же географической зоне и даже в непосредственной близости один от другого. Одной из главных причин этого представляется различие в растительном покрове. В условиях облесенных водосборов сквозь почву и грунты проходит большее количество атмосферной воды, чем в необлесенных водосборах, так как древесная растительность и лесная подстилка создают условия, благоприятные для инфильтрации атмосферных осадков в глубь почво-грунтов, вследствие чего поверхностный сток с облесенных водосборов значительно уменьшается или прекращается вовсе.

Во время сильных дождей в случае облесенного водосбора полог и древостой задерживают на некоторое время часть дождевой воды, благодаря чему она равномернее выпадает на почву и постепенно просачивается вглубь. Кроме того, лесная подстилка задерживает некоторый избыток атмосферной воды и тем самым предотвращает образование струй на поверхности почвы.

На облесенном водосборе задерживается большее количество снега, он равномернее распределяется и таяние его происходит медленнее, чем на открытой местности. Следовательно, в случае облесенного водосбора увеличивается общее количество талой воды и создаются лучшие условия для ее инфильтрации.

Естественно, что все эти обстоятельства отражаются и на промытости почво-грунтов облесенных водосборов. Наряду с этим, возможность растворения неорганических соединений почво-грунтов в условиях облесенных районов уменьшается, с одной стороны, вследствие меньшей интенсивности процесса выветривания почвообразующих горных пород (менее резкое колебание температуры под лесным пологом, меньшая испаряемость и пр.), а с другой — вследствие сравнительно большей скорости прохождения воды сквозь почво-грунты в результате большего скопления ее в поверхностном слое (переувлажнение его) и, соответственно, повышенного гидростатического давления.

Все вышеуказанные обстоятельства приводят к тому, что минерализация поверхностных вод, стекающих с облесенных и необлесенных водосборов, находящихся в одинаковых прочих условиях (климат, рельеф местности и пр.), оказывается различной, причем облесенным водосборам свойственна меньшая минерализация поверхностных вод.

Исследование влияния облесенности водосборов на минерализацию воды, стекающей со склонов, производилось на экспериментальных участках Государственного гидрологического института, расположенных в районе Валдайского озера. Для исследования были выбраны два лога с равными по площади водосборами (0,44 км²), воды которых стекают непосредственно в Валдайское озеро. Один из них (Таежный) сплошь покрыт лесом, другой (Усадьевский) не имеет древесной растительности. Почвенные и гидрогеологические условия обоих водосборов в главных чертах весьма сходны. Верхняя толща складывается супесчаными отложениями, которые на глубине в среднем около 0,5 м подстилаются моренными суглинками, являющимися первым малопроницаемым для воды горизонтом (иллювиальный горизонт).

На замыкающих створах обоих логов установлены водосливы с самописцами, регистрирующими объемы стекающей воды. Пробы воды для определения минерализации (суммы главнейших ионов) брались в течение 1948 и 1949 гг. из ручьев перед водосливами. в наиболее суще-

ственные гидрологические периоды (половодье, дождевые паводки, летняя и зимняя межень) и между ними (по 12—14 проб в год).

На основании полученных данных о минерализации воды и расходах были составлены кривые связи, по которым, исходя из величин среднесуточного расхода, были получены величины минерализации воды для каждого дня. Эти данные и послужили основой для расчета среднемесячных величин минерализации воды и ионного стока для исследуемых водосборов.

В обоих логах атмосферными водами промывается, главным образом, слой почвы толщиной в среднем около 0,5 м, т. е. до иллювиального горизонта. В результате большей промытости почвенного слоя и меньшей возможности выветривания почвообразующих пород в Таежном логе минерализация воды, стекающей по его руслу в течение всего года, остается значительно меньшей, чем в логе Усадьевском. Так, средняя минерализация воды лога Таежного была в 1948 г. 55 мг/л, а Усадьевского лога 84 мг/л; в 1949 г., соответственно, 53 и 76 мг/л.

Кроме меньшей минерализации воды, стекающей с облесенного водосбора, обращает на себя внимание и меньший объем стока по сравнению с необлесенным водосбором (см. табл. 1). Исключения составляют послепагодковые периоды, в которые с облесенного водосбора стекает большее количество воды, чем с необлесенного, так как в этот период лесная подстилка и почва отдают накопленный в них избыток воды.

Таблица 1

Месячные и годовые величины объемов стока ($\text{м}^3 \cdot 10^3 / \text{км}^2$) и ионного стока ($\text{т} / \text{км}^2$) для Таежного (облесенного) и Усадьевского (необлесенного) логов

Месяцы	Таежный лог				Усадьевский лог			
	1948 г.		1949 г.		1948 г.		1949 г.	
	$\text{м}^3 \cdot 10^3$	т	$\text{м}^3 \cdot 10^3$	т	$\text{м}^3 \cdot 10^3$	т	$\text{м}^3 \cdot 10^3$	т
I	1,2	0,1	0,4	0,04	8,5	1,0	0,9	0,1
II	1,2	0,1	0,4	0,04	9,2	1,1	1,2	0,2
III	1,6	0,1	1,2	0,1	1,8	0,2	3,0	0,4
IV	89,3	3,9	73,1	3,1	166,1	11,1	157,7	7,3
V	6,1	0,4	24,9	1,3	3,9	0,5	21,2	2,4
VI	8,0	0,7	49,1	2,9	0,8	0,1	107,3	9,4
VII	15,1	1,3	2,6	0,2	1,0	0,2	3,1	0,5
VIII	0,2	0,02	5,2	0,4	0,4	0,1	4,9	0,6
IX	1,2	0,1	0,3	0,04	2,6	0,4	3,6	0,5
X	12,4	0,7	2,7	0,2	27,9	2,6	17,0	1,8
XI	19,1	1,0	1,7	0,1	50,7	4,3	10,2	1,2
XII	10,4	0,9	7,6	0,5	24,8	3,5	36,1	3,2
За год	165,8	9,2	169,2	9,0	297,8	25,2	366,2	27,7

Меньший объем стока с облесенного водосбора объясняется, с одной стороны, расходом почвенных растворов на транспирацию и испарением атмосферных осадков с полога и древостоя, а с другой — большей возможностью просачивания воды через водоупор благодаря древесной корневой системе, способствующей его скважности.

Естественно, что меньшая минерализация воды и меньший объем стока обуславливают и соответственно меньшие годовые величины ионного стока с единицы площади облесенного водосбора. Показатель ионного стока для лога Таежного для 1948 г. составляет $9,2 \text{ т} / \text{км}^2$, а для лога Усадьевского $25,2 \text{ т} / \text{км}^2$; этот же показатель для 1949 г. составляет, соответственно, $9,0$ и $27,7 \text{ т} / \text{км}^2$ (см. табл. 1).

Таким образом, с единицы площади облесенного водосбора, находящегося в одинаковых прочих условиях с необлесенным, выносится в среднем в 2,5—3 раза меньше неорганических соединений, находящихся в истинном растворе.

В период весеннего паводка как с облесенного, так и с необлесенного водосбора может выноситься от 30 до 50% общего годового количества выносимых неорганических соединений. В меженье же периоды, несмотря на относительно высокую минерализацию воды в это время года, выносятся незначительное количество неорганических веществ. Так, в период зимней межени (январь, февраль, март) ионный сток колеблется в пределах 2—9% от годового, а в период летней межени (июль, август, сентябрь) в пределах 3—10%, тогда как остальная часть ионного стока приходится на весенний и осенний паводковые периоды.

Рассмотренное выше влияние облесенности водосбора на величину ионного стока подтверждается и исследованиями других объектов.

Вопрос о влагоудерживающих свойствах лесных насаждений в настоящее время может считаться достаточно выясненным⁽²⁻⁴⁾. Процесс вымывания из почв облесенных водосборов легко растворимых химических соединений (химическая эрозия почв) может приобрести особое значение в условиях засоленных и тяжелых почв юга^(5, 6).

Государственный гидрологический институт
Ленинград

Поступило
27 VIII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ О. А. Алекин, Метеорология и гидрология, № 3 (1951). ² Н. Ф. Созыкин и В. И. Рутковский, Водный режим лесных почв, 1948. ³ А. Ф. Большаков, Вопросы географии, сборн. 23 (1950). ⁴ В. В. Огиевский, Тр. Лесотехн. акад. им. С. М. Кирова, № 66 (1949). ⁵ С. В. Зонн, Тр. Ин-та леса АН СССР, 3 (1950). ⁶ А. Е. Дьяченко, Лесные полосы в зоне полупустыни, 1949.